



Κατευθυντήριες Γραμμές για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών & τη Σχολική Εκπαίδευση στη STEM προσέγγιση της Κλιματικής Αλλαγής



Το έργο STEM-id “Ανάπτυξη διασυνδεδεμένης STEM ταυτότητας εκπαιδευτικών για την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής” υλοποιείται στο πλαίσιο του Εθνικού Σχεδίου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας «Ελλάδα 2.0», με τη χρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης – NextGenerationEU (Φορέας Υλοποίησης: ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) <https://greece20.gov.gr>

<https://stem-id.edc.uoc.gr/el>

Επιστημονικά Υπεύθυνη: Έ. Μιχαηλίδη



Με τη χρηματοδότηση
της Ευρωπαϊκής Ένωσης
NextGenerationEU

Δημιουργήθηκε από τους:

Χαρά Μπιτσάκη, Αθανασία Κοκολάκη, Ελένη Μποτζάκη, & Έμιλυ Μιχαηλίδη

(Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης)

Εκτεταμένη Περίληψη

Η παρούσα αναφορά αποτελεί το αποτέλεσμα του Πακέτου Εργασίας #5 του Έργου STEM-id και εστιάζει στην παρουσίαση των βασικών συμπερασμάτων και κατευθυντήριων γραμμών που προέκυψαν από την εμπειρία του ερευνητικού έργου σχετικά με την ανάπτυξη της διδακτικής ταυτότητας εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής μέσα από μια ολοκληρωμένη STEM προσέγγιση.

Η παρούσα αναφορά, περιγράφει α) Κατευθυντήριες Γραμμές για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών β) τη Σχολική Εκπαίδευση στη STEM προσέγγιση της Κλιματικής Αλλαγής και γ) τις Ερευνητικές Προεκτάσεις για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών του έργου "Ανάπτυξη Διασυνδεδεμένης Ταυτότητας Διδασκαλίας STEM για την Κλιματική Εκπαίδευση— STEM-id". Ο στόχος της αναφοράς είναι η ενίσχυση της διάχυσης και αξιοποίησης των αποτελεσμάτων και των ευρημάτων του έργου.

Ο κύριος σκοπός του παρόντος εγγράφου είναι να προσφέρει σε φορείς λήψης αποφάσεων, εκπαιδευτικές αρχές, οργανισμούς και θεσμικούς εταίρους κατευθυντήριες γραμμές για τον σχεδιασμό και την εφαρμογή πολιτικών στους τομείς:

- της εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών
- της σχολικής εκπαίδευσης
- των ερευνητικών προεκτάσεων των παραπάνω

Η αναφορά επιδιώκει να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα στην εκπαιδευτική έρευνα, την καινοτόμο διδακτική πρακτική και τη χάραξη πολιτικής, προσφέροντας συστάσεις βασισμένες στα ευρήματα, τις δράσεις και τις εμπειρίες του έργου STEM-id.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή	5
1.1	Το εκπαιδευτικό και κοινωνικό πλαίσιο: ανάγκη για STEM εκπαίδευση & Ικανότητες διαπραγμάτευσης Κλιματικής Αλλαγής.....	5
1.2	Σύνοψη του έργου	5
2.	Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών	7
2.1	Καλές Πρακτικές.....	7
2.2	Δυσκολίες και Προκλήσεις.....	8
3.	Σχολική Εκπαίδευση	9
3.1	Καλές Πρακτικές.....	9
3.2	Δυσκολίες και Προκλήσεις.....	10
4.	Ερευνητικές Προεκτάσεις για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών	11
4.1	Καλές Πρακτικές.....	11
4.2	Δυσκολίες και Προκλήσεις	12
5.	Συμπεράσματα	13
6.	Βιβλιογραφία	14

1. Εισαγωγή

1.1 Το εκπαιδευτικό και κοινωνικό πλαίσιο: ανάγκη για STEM εκπαίδευση & Ικανότητες διαπραγμάτευσης Κλιματικής Αλλαγής

Η ραγδαία εξέλιξη της κλιματικής αλλαγής σε κλιματική κρίση αποτελεί μια πρόκληση του 21ου αιώνα, η οποία επηρεάζει το φυσικό περιβάλλον, την κοινωνία, την οικονομία και την ανθρώπινη υγεία (IPCC, 2023). Η εκπαίδευση γενικότερα —και ειδικότερα η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες— καλείται να υποστηρίξει τους μαθητές στην ανάπτυξη ικανοτήτων που υπερβαίνουν τη γνώση του περιεχομένου της κλιματικής αλλαγής. Η Εκπαίδευση για την Κλιματική Αλλαγή οφείλει να προετοιμάζει τους μαθητές για μετριασμό και προσαρμογή στην κρίση, καλλιεργώντας κριτική και συστημική σκέψη (Wiek et al., 2011). Έτσι, οι μαθητές θα μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις και να ενεργούν ως ενεργοί και κλιματικά εγγράμματοι πολίτες (Taurinen et al., 2024).

Για να επιτευχθεί αυτός ο κλιματικός εγγραμματισμός, ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι καθοριστικός. Η ανάπτυξη των απαραίτητων ικανοτήτων βιωσιμότητας στους μαθητές προϋποθέτει εκπαιδευτικούς επαρκώς καταρτισμένους, ικανούς να ενσωματώνουν τη διεπιστημονικότητα και την κοινωνικο-επιστημονική διάσταση της κλιματικής αλλαγής στη διδασκαλία τους. Ωστόσο, έρευνες δείχνουν ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί δεν είναι κατάλληλα προετοιμασμένοι για να διδάξουν την κλιματική αλλαγή, κυρίως λόγω της πολυπλοκότητας του φαινομένου και της σύνδεσής του με κοινωνικούς, οικονομικούς και ηθικούς παράγοντες (Chen & Xiao, 2020; Eilam, 2022; Ennes et al., 2021). Επιπλέον, οι προσωπικές αντιλήψεις, αξίες και εμπειρίες των εκπαιδευτικών επηρεάζουν την προθυμία τους να σχεδιάσουν δραστηριότητες που προωθούν τον αναστοχασμό και τη δράση για τη βιωσιμότητα (Lehtonen et al., 2019).

Η αποτελεσματική Εκπαίδευση για την Κλιματική Αλλαγή απαιτεί, συνεπώς, μια ολιστική ανάπτυξη της επαγγελματικής ταυτότητας των εκπαιδευτικών, όπου η γνώση, οι αξίες και η δράση συνδέονται σε ένα συνεκτικό πλαίσιο (Avraamidou, 2014; Beijgaard et al., 2004; Akkerman & Meijer, 2011).

1.2 Σύνοψη του έργου

Στο πλαίσιο της ραγδαίας αυτής εξέλιξης της κλιματικής αλλαγής σε κλιματική κρίση και της ανάγκης για την ανάπτυξη κλιματικού γραμματισμού, το έργο STEM-id έρχεται να απαντήσει στην

ανάγκη αυτή μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης STEM για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής και την ενίσχυση της ανάπτυξης ικανοτήτων βιωσιμότητας στους μαθητές. Το STEM-id στοχεύει να υποστηρίξει την επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μέσω έμπειρων εκπαιδευτικών στον ρόλο των μεντόρων, βοηθώντας τους να διαμορφώσουν μια ενοποιημένη ταυτότητα STEM εκπαιδευτικού για την κλιματική εκπαίδευση.

Στο πλαίσιο του STEM-id, ερευνητές STEM εκπαίδευσης και κλιματικών επιστημών από το Πανεπιστήμιο Κρήτης θα συνεργαστούν με έξι έμπειρους εκπαιδευτικούς για την ανάπτυξη ενός διεπιστημονικού STEM εκπαιδευτικού προγράμματος και υποστηρικτικού υλικού για εκπαιδευτικούς. Το πρόγραμμα επικεντρώνεται στην ενημέρωση για το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και διαπραγματεύεται: (i) βασικές έννοιες της επιστήμης του κλίματος, (ii) τη συμβολή της βιώσιμης ανάπτυξης στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, και (iii) κοινωνικούς, οικονομικούς και πολιτικούς παράγοντες που σχετίζονται με την επιδείνωσή της.

Στη δεύτερη φάση του προγράμματος, οι διδακτικές προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν από 24 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς στις τάξεις τους, με τη στήριξη των έξι έμπειρων εκπαιδευτικών που πλέον λειτούργησαν ως μέντορες. Το STEM-id έχει βασίσει την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών στην ομαδική καθοδήγηση, όπου ο ρόλος των μεντόρων θα είναι να υποστηρίζουν τους συναδέλφους τους σχετικά με το επιστημονικό περιεχόμενο των δραστηριοτήτων, τη διεπιστημονική STEM προσέγγιση και την ανάπτυξη των ικανοτήτων βιωσιμότητας στους μαθητές.

Το STEM-id στοχεύει να προσφέρει χρήσιμες γνώσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά του πλαισίου, των διαθέσιμων πόρων και των εμπειριών που μπορούν να συγκεντρώσουν τα βασικά συμπεράσματα για την ανάπτυξη της ταυτότητας STEM εκπαιδευτικού στο πλαίσιο της κλιματικής εκπαίδευσης που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων στη διάρκεια της επιμορφωτικής διαδικασίας (βλ. Παραδοτέο ΠΕ#4).

2. Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

2.1 Καλές Πρακτικές

Η σχεδίαση προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης απαιτεί προσεκτική θεώρηση των γνωστικών, επαγγελματικών και ταυτοτικών παραμέτρων των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών. Το έργο STEM-id προτείνει τη συστηματική αλληλεπίδραση θεωρίας και πράξης: η επαγγελματική μάθηση οφείλει να βασίζεται σε ερευνητικά δεδομένα και να τα τροφοδοτεί, μέσα από επαναληπτικές διαδικασίες αναστοχασμού και αναθεώρησης (Anraamidou, 2014).

Η έννοια της STEM ταυτότητας διδασκαλίας αποτελεί τον πυρήνα της προσέγγισης. Η ταυτότητα του/της εκπαιδευτικού δεν είναι στατική, αλλά μια δυναμική κοινωνικογνωστική κατασκευή που διαμορφώνεται μέσα από την πράξη, τον διάλογο και την αλληλεπίδραση (Beijaard et al., 2004; Akkerman & Meijer, 2011; Beauchamp & Thomas, 2011). Μέσα από στοχευμένα μαθησιακά περιβάλλοντα, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να συνδέσουν την επαγγελματική τους ταυτότητα με τον ρόλο τους ως εκπαιδευτικών STEM, ενσωματώνοντας γνώσεις, αξίες και συναισθήματα σε μια συνεκτική επαγγελματική στάση (Hanna et al., 2019; Carlone & Johnson, 2007).

Η αξιοποίηση του Dynamic Systems Model of Role Identity (DSMRI) (Kaplan & Garner, 2017) επέτρεψε τη χαρτογράφηση των μετατοπίσεων της ταυτότητας των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια της συμμετοχής τους στο STEM-id, προσφέροντας ένα δυναμικό πλαίσιο κατανόησης της επαγγελματικής εξέλιξης μέσα από την πράξη και τον αναστοχασμό.

Τα προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης καλούνται να στοχεύουν όχι μόνο στην ανανέωση της γνώσης, αλλά και στην καλλιέργεια ικανοτήτων για τη Βιωσιμότητα, όπως η συστημική σκέψη, η κριτική ανάλυση, η μελλοντοστραφής προοπτική και η στρατηγική δράση (Wiek et al., 2011). Οι ικανότητες αυτές συνδέονται με την ανάπτυξη μιας ενδυναμωμένης STEM ταυτότητας διδασκαλίας που γεφυρώνει την επιστήμη με την κοινωνία (Lehtonen et al., 2019).

Οι κοινότητες μάθησης αποτέλεσαν βασικό στοιχείο του έργου, προσφέροντας συνεργατικά περιβάλλοντα όπου εκπαιδευτικοί, μέντορες και ερευνητές συνδιαμόρφωσαν γνώσεις μέσα από διάλογο και συλλογικό αναστοχασμό. Η συμμετοχή σε κοινότητες πρακτικής και ο ανασχεδιασμός διδακτικών ενοτήτων υποστήριξαν την ταυτότητα των εκπαιδευτικών ως φορέων αλλαγής (Wenger, 1998). Παράλληλα, διαδικασίες mentoring και καθοδηγούμενου αναστοχασμού ενίσχυσαν την αναστοχαστική ανάλυση των πρακτικών και την αναπροσαρμογή παιδαγωγικών αντιλήψεων (Akkerman & Meijer, 2011; Michailidi & Stavrou, 2021).

Η εμπλοκή των εκπαιδευτικών στον σχεδιασμό και την εφαρμογή STEM διδακτικών σεναρίων με άξονα την Κλιματική Αλλαγή ενίσχυσε τη σύνδεση θεωρίας και πράξης, μετατοπίζοντας τον ρόλο τους από μεταδότες γνώσης σε σχεδιαστές μαθησιακών εμπειριών και ερευνητές της πρακτικής τους. Τέλος, τα ευρήματα δείχνουν ότι οι αλλαγές στην STEM ταυτότητα διδασκαλίας διαφοροποιούνται ανάλογα με το εκπαιδευτικό επίπεδο και το αρχικό ταυτοτικό σημείο εκκίνησης, γεγονός που καθιστά αναγκαίο τον σχεδιασμό διαφοροποιημένων και ευέλικτων διαδρομών επαγγελματικής ανάπτυξης (Beijaard et al., 2004).

2.2 Δυσκολίες και Προκλήσεις

Παρά τα θετικά αποτελέσματα και τη μεθοδολογική καινοτομία του έργου STEM-id, η υλοποίηση προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης που στοχεύουν στην ενίσχυση της STEM ταυτότητας διδασκαλίας αντιμετωπίζει σημαντικά εμπόδια.

Πρώτον, εντοπίζεται έλλειψη επαρκώς καταρτισμένου επιμορφωτικού προσωπικού σε σύγχρονα, διεπιστημονικά και κοινωνικο-επιστημονικά θέματα, όπως η εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή ή η εκπαίδευση για τη βιωσιμότητα (Ennes et al., 2021; Shernoff et al., 2017). Η ανάπτυξη τέτοιων προγραμμάτων απαιτεί εκπαιδευτές που μπορούν να γεφυρώσουν τη θεωρητική γνώση με την πρακτική εμπειρία και να καθοδηγήσουν αποτελεσματικά τους συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς.

Δεύτερον, υπάρχει ανεπάρκεια κατάλληλων εκπαιδευτικών πόρων, που να καλύπτουν σύγχρονα και ρεαλιστικά ζητήματα STEM, ειδικά στο ελληνικό πλαίσιο (Moshou & Drinia, 2023• Mandrikas & Stefanidou, 2025). Πολλά υφιστάμενα προγράμματα επιμόρφωσης εξακολουθούν να βασίζονται σε παραδοσιακές, μονοθεματικές προσεγγίσεις, οι οποίες δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες της διεπιστημονικής διδασκαλίας και των αξιακών διαστάσεων της βιωσιμότητας.

Επιπλέον, οι δομές των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων συχνά χαρακτηρίζονται από κατακερματισμό των γνωστικών αντικειμένων, γεγονός που περιορίζει τη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών γνωστικών αντικειμένων. Η θεσμική ενθάρρυνση διεπιστημονικών συνεργασιών μεταξύ πανεπιστημίων, σχολείων και οργανισμών μπορεί να λειτουργήσει ως βασική στρατηγική υπέρβασης αυτών των εμποδίων.

Τέλος, η συνέχεια των επιμορφωτικών πρωτοβουλιών μετά το πέρας των έργων παραμένει ζητούμενο. Η μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα απαιτεί συστηματική θεσμική υποστήριξη και αναγνώριση της επαγγελματικής μάθησης ως διαρκούς διαδικασίας.

3. Σχολική Εκπαίδευση

3.1 Καλές Πρακτικές

Η εφαρμογή προγραμμάτων STEM και Εκπαίδευσης για την Κλιματική Αλλαγή στη σχολική εκπαίδευση απαιτεί την ανάπτυξη ενός ολιστικού μαθησιακού οικοσυστήματος, όπου οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη διερεύνηση, τη λήψη αποφάσεων και τη δημιουργία λύσεων για πραγματικά προβλήματα. Οι καλές πρακτικές που αναπτύχθηκαν και αναδείχθηκαν μέσα από το έργο STEM-id αναδεικνύουν τη σημασία του σχεδιασμού διεπιστημονικών, συμμετοχικών και ταυτόχρονα κοινωνικά συνειδητών μαθησιακών περιβαλλόντων, στα οποία η γνώση, οι αξίες και η δράση συνυφαίνονται σε ενιαίο παιδαγωγικό πλαίσιο.

Η επιτυχής εφαρμογή προγραμμάτων STEM στη σχολική εκπαίδευση προϋποθέτει τον αναστοχαστικό σχεδιασμό του διδακτικού περιεχομένου, με τρόπο που να επιτρέπει στους μαθητές να κατανοούν τη σύνδεση των επιστημονικών εννοιών με την καθημερινότητά τους. Η διδακτική αναδόμηση (Model of Educational Reconstruction) (Duit et al., 2012) των αντικειμένων STEM — όπως η ενέργεια, το νερό, η βιοποικιλότητα ή η κλιματική αλλαγή — συμβάλλουν ώστε η μάθηση να είναι ουσιαστική, βιωματική και συνδεδεμένη με πραγματικές κοινωνικές προκλήσεις (Honey et al., 2014; Kelley & Knowles, 2016; Roehrig et al., 2021; Anderson & Li, 2020).

Παράλληλα, προγράμματα που αξιοποιούν διερευνητική και προβληματοκεντρική μάθηση (Inquiry- & Problem-Based Learning) προσφέρουν στους μαθητές ευκαιρίες για πειραματισμό, ανάλυση δεδομένων και ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Αυτές οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις ενισχύουν τη συστημική σκέψη, τη δημιουργικότητα και την κριτική σκέψη, συνδέοντας τη γνώση με την πράξη και ενδυναμώνοντας τους μαθητές ως ενεργούς πολίτες που κατανοούν τον ρόλο τους στη διαμόρφωση ενός βιώσιμου μέλλοντος.

Παράλληλα, οι διεπιστημονικές συνεργασίες εκπαιδευτικών διαφορετικών ειδικοτήτων (φυσικών επιστημών, μαθηματικών, τεχνολογίας, περιβαλλοντικής εκπαίδευσης) οδηγούν σε καινοτόμα μαθησιακά περιβάλλοντα που ενισχύουν τη σύνδεση των γνώσεων (Kelley & Knowles, 2016; Roehrig et al., 2021; Stohlmann, Moore, & Roehrig, 2012).

Η συμμετοχή της τοπικής κοινότητας και των κοινωνικών εταίρων ενισχύει τη συνάφεια των μαθησιακών εμπειριών με τα πραγματικά προβλήματα του τόπου. Μέσα από προγράμματα όπως σχολικοί κήποι, ενεργειακά σχέδια ή δράσεις για την κυκλική οικονομία, οι μαθητές αναπτύσσουν ικανότητες ενεργού πολιτείας και αίσθηση συλλογικής ευθύνης (Taurinen et al., 2024).

Τέλος, η ενίσχυση της συνεργατικής κουλτούρας μεταξύ εκπαιδευτικών συμβάλλει στη δημιουργία σχολείων που λειτουργούν ως κοινότητες μάθησης και αναστοχασμού. Η ανταλλαγή πρακτικών

και η συλλογική ανάλυση εμπειριών προωθούν την ανάπτυξη επαγγελματικής κοινότητας και ενισχύουν τη βιωσιμότητα των καινοτομιών (Guzey, Moore, Harwell, & Moreno, 2016).

3.2 Δυσκολίες και Προκλήσεις

Παρά τα θετικά αποτελέσματα των καινοτόμων πρακτικών, η εφαρμογή προγραμμάτων STEM και Εκπαίδευσης για την Κλιματική Αλλαγή στη σχολική εκπαίδευση συναντά πλήθος παιδαγωγικών, θεσμικών και οργανωτικών δυσκολιών.

Πρώτον, η έλλειψη χρόνου και ευελιξίας στα σχολικά προγράμματα δυσχεραίνει την ανάπτυξη μακροπρόθεσμων, διεπιστημονικών προσεγγίσεων (Shernoff et al., 2017). Οι εκπαιδευτικοί πιέζονται να καλύψουν τη διδακτέα ύλη, αφήνοντας ελάχιστα περιθώρια για διερεύνηση, συνεργατική εργασία και αναστοχασμό.

Δεύτερον, υπάρχουν ανισότητες στις υλικοτεχνικές υποδομές και στην πρόσβαση σε ψηφιακά μέσα, γεγονός που δημιουργεί εμπόδια στην υλοποίηση πειραματικών ή τεχνολογικών δραστηριοτήτων (Honey et al., 2014).

Επιπλέον, πολλοί εκπαιδευτικοί δηλώνουν ανασφάλεια σχετικά με το πώς να ενσωματώσουν τη βιωσιμότητα ή τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα στη διδασκαλία τους (Ring et al., 2017; Chen & Xiao, 2020; Lee & Witz, 2008). Οι στάσεις, οι πεποιθήσεις και η προσωπική τους σχέση με το αντικείμενο επηρεάζουν τη διάθεση και την αυτοπεποίθησή τους να εφαρμόσουν τέτοιες προσεγγίσεις.

Η απουσία κουλτούρας συνεργασίας στα σχολεία παραμένει επίσης πρόκληση. Τα εκπαιδευτικά συστήματα εξακολουθούν να λειτουργούν συχνά μεμονωμένα και με αυστηρή διάκριση των επιστημονικών πεδίων, περιορίζοντας την οριζόντια επικοινωνία μεταξύ ειδικοτήτων. Η δημιουργία κοινοτήτων πρακτικής και η συστηματική συνεργασία μπορούν να συμβάλουν στη διαρκή επαγγελματική μάθηση των εκπαιδευτικών.

Τέλος, απαιτείται θεσμική και πολιτική υποστήριξη για τη βιωσιμότητα των καινοτομιών. Η θεσμοθέτηση κινήτρων, η ενίσχυση της συνεργασίας σχολείων–πανεπιστημίων και η αναγνώριση των εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών μπορούν να ενδυναμώσουν τον ρόλο του σχολείου ως χώρου μάθησης και κοινωνικής αλλαγής.

4. Ερευνητικές Προεκτάσεις για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

4.1 Καλές Πρακτικές

Η ερευνητική διάσταση του έργου STEM-id αποτέλεσε βασικό μηχανισμό για την κατανόηση των διαδικασιών ανάπτυξης της επαγγελματικής ταυτότητας των εκπαιδευτικών και της επίδρασης των επιμορφωτικών παρεμβάσεων στην πρακτική τους. Η ερευνητική ομάδα σχεδίασε και υλοποίησε μια ποιοτική μελέτη, όπου οι εκπαιδευτικοί συμμετείχαν ως ενεργά υποκείμενα της έρευνας, συμβάλλοντας με τις εμπειρίες, τις αφηγήσεις και τους αναστοχασμούς τους.

Η έννοια της STEM ταυτότητας διδασκαλίας αποτέλεσε κεντρικό ερευνητικό άξονα του έργου. Η ταυτότητα αυτή ορίζεται ως μια δυναμική και συναισθηματικά φορτισμένη κατασκευή, η οποία εξελίσσεται μέσα από τη διδασκαλία, τη μάθηση και την επαγγελματική αλληλεπίδραση (Avraamidou, 2014; Beijgaard et al., 2004; Akkerman & Meijer, 2011). Το πλαίσιο DSMRI (Dynamic Systems Model of Role Identity) (Kaplan & Garner, 2017) αποτέλεσε το θεωρητικό εργαλείο για τη χαρτογράφηση των ταυτοτικών μετατοπίσεων των εκπαιδευτικών. Μέσα από αυτό το μοντέλο αναδείχθηκαν οι πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ αξιών, συναισθημάτων, στόχων και αντιλήψεων του ρόλου του/της εκπαιδευτικού STEM.

Η ερευνητική μεθοδολογία βασίστηκε αποκλειστικά σε ποιοτικές μεθόδους (Creswell, 2013), οι οποίες προσέφεραν σε βάθος κατανόηση των εμπειριών των συμμετεχόντων. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ημι-δομημένων συνεντεύξεων, αναστοχαστικών ημερολογίων, ανάλυσης διδακτικών σεναρίων και κειμένων αναστοχασμού. Οι διαδικασίες ανάλυσης ακολούθησαν συνδυαστικά τη θεματική ανάλυση και την αφηγηματική προσέγγιση, επιτρέποντας την ανίχνευση μοτίβων, μεταβολών και συνδέσεων ανάμεσα στην εμπειρία και την ταυτότητα (Beauchamp & Thomas, 2011; Hanna et al., 2019).

Η χρήση ερμηνευτικών και αφηγηματικών εργαλείων προσέφερε μια ολιστική εικόνα της επαγγελματικής ανάπτυξης, αποτυπώνοντας πώς οι εκπαιδευτικοί συνδέουν τις προσωπικές τους αξίες με τις επαγγελματικές πρακτικές. Το STEM-id έτσι ανέδειξε ένα μοντέλο έρευνας στην εκπαίδευση, κατά το οποίο η έρευνα λειτουργεί ως ενσωματωμένο στοιχείο επαγγελματικής ανάπτυξης, και όχι ως εξωτερική διαδικασία αξιολόγησης.

Η ανάλυση των δεδομένων κατέδειξε ότι η διαμόρφωση της ταυτότητας STEM επηρεάζεται από το είδος της καθοδήγησης, τη δυναμική των κοινοτήτων μάθησης και την αλληλεπίδραση θεωρίας και πράξης. Οι εκπαιδευτικοί που ανέπτυξαν ισχυρότερη αίσθηση του ρόλου τους ως

εκπαιδευτικών STEM παρουσίασαν αυξημένη αυτοπεποίθηση, αυξημένη ικανότητα αναστοχασμού και εμπάθυνση στην έννοια της βιωσιμότητας ως διδακτικό και ηθικό πλαίσιο (Ring et al., 2017).

Τέλος, η εμπειρία του STEM-id προσφέρει σημαντικές κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα: τη διερεύνηση της επίδρασης του κοινωνικού πλαισίου στη διαμόρφωση ταυτότητας, τη μελέτη της σχέσης μεταξύ ψηφιακών εργαλείων και αναστοχασμού, και τη δημιουργία δικτύων σχολείων– πανεπιστημίων ως κόμβων ερευνητικής συνεργασίας και συλλογικής μάθησης (Anderson & Li, 2020; Guzey et al., 2016).

4.2 Δυσκολίες και Προκλήσεις

Παρά τα ερευνητικά οφέλη και την καινοτομία του STEM-id, η υλοποίηση ερευνητικών προγραμμάτων στη σχολική εκπαίδευση αντιμετωπίζει σημαντικά μεθοδολογικά, θεσμικά και πολιτισμικά εμπόδια.

Πρώτον, υπάρχει περιορισμένη κουλτούρα έρευνας στα σχολεία, καθώς οι εκπαιδευτικοί συχνά αντιμετωπίζουν τη διαδικασία συλλογής δεδομένων ως πρόσθετο φορτίο, παρά ως ευκαιρία αναστοχασμού (Beijaard et al., 2004). Η έλλειψη χρόνου, οι αυξημένες υποχρεώσεις και η πίεση του αναλυτικού προγράμματος λειτουργούν ανασταλτικά (Ennes et al., 2021).

Δεύτερον, οι ανισότητες στην ερευνητική εξοικείωση μεταξύ εκπαιδευτικών καθιστούν δύσκολη την ομοιογενή συμμετοχή. Η επιμόρφωση σε βασικές δεξιότητες ποιοτικής έρευνας είναι κρίσιμη, ώστε να ενισχυθεί η ικανότητά τους να συμβάλλουν ουσιαστικά στη συλλογή και ερμηνεία δεδομένων (Hanna et al., 2019).

Επιπλέον, η συνεργασία πανεπιστημιακών και σχολικών φορέων συχνά δυσχεραίνεται από διαφορετικές προσδοκίες, χρόνους και δομές (Beauchamp & Thomas, 2011). Η δημιουργία «ενδιάμεσων ζωνών συνεργασίας» (boundary spaces), όπου οι ερευνητές και οι εκπαιδευτικοί συναντώνται ως ισότιμοι συνεργάτες, αποτελεί μια βιώσιμη στρατηγική (Akkerman & Meijer, 2011).

Από μεθοδολογική άποψη, η ερμηνεία ποιοτικών δεδομένων απαιτεί χρόνο, συνέπεια και ευαισθησία. Η πολυπλοκότητα της επαγγελματικής ταυτότητας δεν αποτυπώνεται μετρήσιμα, αλλά αναδεικνύεται μέσα από προσεκτική θεματική και αφηγηματική ανάλυση. Η ενίσχυση της θεσμικής στήριξης για ποιοτικές έρευνες είναι απαραίτητη, ώστε να κατανοηθεί σε βάθος η ανθρώπινη διάσταση της διδασκαλίας και της μάθησης (Avraamidou, 2014; Chen & Mensah, 2018).

Τέλος, η βιωσιμότητα των ερευνητικών συνεργασιών εξαρτάται από την ύπαρξη θεσμικών μηχανισμών και κινήτρων. Η δημιουργία δικτύων σχολείων–ερευνητικών κόμβων, η διάχυση των αποτελεσμάτων και η αναγνώριση της συμμετοχής των εκπαιδευτικών μπορούν να συμβάλουν στην καθιέρωση μιας νέας κουλτούρας ερευνητικής μάθησης στα σχολεία (Anderson & Li, 2020; Guzey et al., 2016).

5. Συμπεράσματα

Το έργο STEM-id ανέδειξε τη σημασία της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών ως μιας δυναμικής και ταυτοτικά μετασχηματιστικής διαδικασίας, που συνδέει τη γνώση, τις αξίες και τη δράση στο πλαίσιο της βιωσιμότητας. Η ανάπτυξη της STEM διδακτικής ταυτότητας δεν συνιστά απλή απόκτηση νέων δεξιοτήτων, αλλά μετασχηματισμό του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τον ρόλο τους και τη σχέση τους με τους μαθητές, την επιστήμη και την κοινωνία (Avraamidou, 2014; Akkerman & Meijer, 2011).

Η υλοποίηση του STEM-id έδειξε ότι η ενσωμάτωση της βιωσιμότητας και των κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων στη STEM διδασκαλία ενισχύει τη σύνδεση της μάθησης με τις αξίες και την καθημερινότητα των μαθητών, υποστηρίζοντας παράλληλα την καλλιέργεια της ικανότητας δράσης των εκπαιδευτικών ως φορέων αλλαγής (Sadler et al., 2011; Eilam, 2022).

Η επαγγελματική ανάπτυξη αναδεικνύεται ως διαρκής μαθησιακή διαδικασία, όπου ο αναστοχασμός, η συνεργασία και η καθοδήγηση λειτουργούν ως βασικοί μηχανισμοί ενδυνάμωσης της επαγγελματικής ταυτότητας (Beijaard et al., 2004; Kaplan & Garner, 2017). Μέσα από κοινότητες μάθησης, mentoring και ποιοτική ανατροφοδότηση, οι εκπαιδευτικοί μετασχηματίζουν σταδιακά τις πεποιθήσεις και τις πρακτικές τους, οικοδομώντας μια περισσότερο στοχαστική και βιώσιμη επαγγελματική ταυτότητα STEM.

Σε ερευνητικό επίπεδο, το έργο υπογραμμίζει τη συμβολή των ποιοτικών μεθοδολογιών και των συνεργασιών μεταξύ πανεπιστημίων και σχολείων στη σε βάθος κατανόηση των ταυτοτικών μετασχηματισμών που συντελούνται κατά τη διάρκεια παρεμβάσεων επαγγελματικής ανάπτυξης (Chen & Mensah, 2018). Οι προσεγγίσεις αυτές επιτρέπουν την ανάδειξη των αλληλεπιδράσεων που διαμορφώνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση.

Σε πρακτικό επίπεδο, το STEM-id δείχνει ότι, όταν οι εκπαιδευτικοί υποστηρίζονται μέσα από ταυτοτικά πλούσια μαθησιακά περιβάλλοντα που συνδυάζουν θεωρία, πράξη και αναστοχασμό, η επαγγελματική μάθηση μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός εκπαιδευτικού και κοινωνικού μετασχηματισμού, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση σχολείων που προάγουν τη βιωσιμότητα και τη δημοκρατική συμμετοχή (Wiek et al., 2011; IPCC, 2023).

6. Βιβλιογραφία

- Akkerman, S. F., & Meijer, P. C. (2011). A dialogical approach to conceptualizing teacher identity. *Teaching and Teacher Education*, 27, 308–319. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.013>
- Anderson, J., & Li, Y. (2020). Investigating the potential of integrated STEM education from an international perspective. In J. Anderson & Y. Li (Eds.), *Integrated approaches to STEM education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_1
- Avraamidou, L. (2014). Studying science teacher identity: Current insights and future research directions. *Studies in Science Education*, 50(2), 145–179. <https://doi.org/10.1080/03057267.2014.937171>
- Beauchamp, C., & Thomas, L. (2011). New teachers' identity shifts at the boundary of teacher education and initial practice. *International Journal of Educational Research*, 50(1), 6–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2011.04.003>
- Beijaard, D., Meijer, P. C., & Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20, 107–128. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2003.07.001>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187–1214. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Chen, J. L., & Mensah, F. M. (2018). Teaching contexts that influence elementary preservice teachers' teacher and science teacher identity development. *Journal of Science Teacher Education*, 29(5), 420–439. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1469187>
- Chen, L., & Xiao, S. (2020). Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. *Educational Research Review*, 32, 100377. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100377>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 13–37). Sense.
- Eilam, E. (2022). Climate change education: The problem with walking away from disciplines. *Studies in Science Education*, 58(2), 231–264. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.2011589>
- Ennes, M., Lawson, D. F., Stevenson, K. T., Peterson, M. N., & Jones, M. G. (2021). It's about time: perceived barriers to in-service teacher climate change professional development. *Environmental Education Research*, 27(5), 762–778. <https://doi.org/10.1080/13504622.2021.1909708>
- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016). STEM integration in middle school life science: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 550–560. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>
- Hanna, F., Oostdam, R., Severiens, S. E., & Zijlstra, B. J. (2019). Domains of teacher identity: A review of quantitative measurement instruments. *Educational Research Review*, 27, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.01.003>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- IPCC. (2023). Climate change 2023: Synthesis report. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

- Kaplan, A., & Garner, J. K. (2017). A complex dynamic systems perspective on identity and its development: The dynamic systems model of role identity. *Developmental Psychology*, 53(11), 2036–2049. <https://doi.org/10.1037/dev0000339>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lehtonen, A., Salonen, A. O., & Cantell, H. (2019). Climate change education: A new approach for a world of wicked problems. In J. W. Cook (Ed.), *Sustainability, human well-being, and the future of education* (pp. 339–374). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78580-6_11
- Moshou, H., & Drinia, H. (2023). Climate change education and preparedness of future teachers—A review: The case of Greece. *Sustainability*, 15(2), 1177. <https://doi.org/10.3390/su15021177>
- Ring, E. A., Dare, E. A., Crotty, E. A., & Roehrig, G. H. (2017). The evolution of teacher conceptions of STEM education throughout an intensive professional development experience. *Journal of Science Teacher Education*, 28(5), 444–467. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2017.1356671>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3, 1–18. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom* (Vol. 39, pp. 45–77). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_4
- Taurinen, J., Vesterinen, V. M., Veijonaho, S., Siponen, J., Riuttanen, L., & Ruuskanen, T. (2024). Climate change competencies from perspective of Finnish youth. *Journal of Youth Studies*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/13676261.2024.2343724>
- Wiek, A., Withycombe, L., Redman, C., & Mills, S. B. (2011). Moving forward on competence in sustainability research and problem solving. *Environment*, 53(2), 3–13. <https://doi.org/10.1080/00139157.2011.554496>

